

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-262319

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52
H04B 10/02
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 2001-057191

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 01.03.2001

(72)Inventor : IMAYADO WATARU
YAMAWAKI JUN
TAKADA ATSUSHI

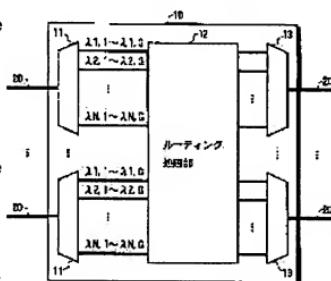
(54) OPTICAL COMMUNICATION NETWORK AND OPTICAL PATH CROSS CONNECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical communication network that enhances routing processing capability so as to attain a high capacity while suppressing the increase in the entire cost with a configuration that a wavelength path sent through a wavelength multiple transmission link is subjected to routing processing on the basis of its wavelength and to provide an optical path cross connector that conducts the routing processing in the optical communication network.

SOLUTION: In the optical communication network provided with a plurality of the optical path cross connectors and the wavelength multiple transmission link interconnecting them where a wavelength path led to the wavelength multiple transmission link is subjected to the routing processing by the optical path cross connector on the basis of its wavelength, each optical path cross connector is configured such that the wavelength paths of the link are divided into wavelength group of N-sets (N is an integer of 2 or over) consisting of G-sets each (G is an integer of 2 or over) of the wavelength paths of the wavelength multiple transmission link, and applies the routing processing in the unit of the wavelength group paths.

本発明の光バスクロスコネクタ装置の基本構成



LEGAL STATUS

*** NOTICES ***

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the wavelength multiplex transmission link which connects the meantime with two or more optical pass cross connect equipments. In the optical-communication network to which routing processing of the wavelength pass transmitted in said wavelength multiplex transmission link is carried out based on the wavelength with said optical pass cross connect equipment Said optical pass cross connect equipment is an optical-communication network characterized by being the configuration of dividing the wavelength pass of said wavelength multiplex transmission link into the wavelength group pass of G(G is two or more integers) every N individual (N is two or more integers), and performing routing processing by making the wavelength group pass into a unit.

[Claim 2] An optical-communication network according to claim 1 is divided into the sub field 1 - z (z is two or more integers). several [of the wavelength group pass by which routing processing is carried out for said every sub field] -- N1, N2, --, Nz several [and / of the wavelength pass which constitutes each wavelength group pass] -- G1, G2, --, Gz several [of the wavelength group pass by which routing processing is carried out between each sub field] -- N0 several [and / of the wavelength pass which constitutes the wavelength group pass] -- G0 Optical-communication network characterized by what is set up mutually-independent (two or more integers and G0 - Gz are two or more integers for N0-Nz).

[Claim 3] each which constitutes the wavelength group pass of said N (N0 - Nz) individual in an optical-communication network according to claim 1 or 2 -- the wavelength of the wavelength pass of G (G0 - Gz) book -- lambda 1 and 1 - lambda1 and G -- lambda 2 and 1 - lambda2, G, --, lambdaN, 1 - lambda -- N and G ** -- time of carrying out, [- lambda 1, 1 - lambda1, and G], [- lambda 2, 1 - lambda2, G], and --, [- lambdaN, 1 - lambdaN, and optical-communication network characterized by arranging G] continuously on a wavelength shaft, respectively.

[Claim 4] each which constitutes the wavelength group pass of said N (N0 - Nz) individual in an optical-communication network according to claim 1 or 2 -- the wavelength of the wavelength pass of G (G0 - Gz) book -- lambda 1 and 1 - lambda1 and G -- lambda 2 and 1 - lambda2, G, --, lambdaN, 1 - lambda -- N and G **, when it carries out [lambda1, 1 - lambda1, and G], [lambda2, 1 - lambda2, G] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and G] are on a wavelength shaft, respectively, and are arranged at equal wavelength interval. and -- [lambda 1, 1 - lambdaN, 1], [lambda 1, 2 - lambdaN, 2], and --, [- lambda1, G - lambdaN and optical-communication network characterized by arranging G] continuously on a wavelength shaft, respectively.

[Claim 5] It is the optical-communication network characterized by the thing which constitute the wavelength group pass of said N (N0 - Nz) individual in an optical-communication network according to claim 1 or 2, and which is done for an adjustable setup of the wavelength pass of G (G0 - Gz) book according to communication link need in the range of 1 - G (1-G0, 1-G1, 1-G2, --, 1-Gz) book, respectively.

[Claim 6] In an optical-communication network according to claim 5, the wavelength of the wavelength pass of each 1 which constitutes the wavelength group pass of said N (N0 - Nz) individual - G (1-G0, 1 - G1, 1-G2, --, 1-Gz) book lambda 1, 1 - lambda1, g1 and lambda2, and 1 - lambda2, g2, --, lambdaN, 1 - lambda -- the time of being referred to as N and gn -- (g1 - integer [of gn1-G (1-G0, 1-G1, 1-G2, --, 1-Gz)]) -- [lambda 1, 1 - lambda1, g1] ** [lambda 2, 1 - lambda2, g2] -- [- lambdaN, 1 - lambdaN, and gn] Optical-communication network characterized by being continuously arranged on a wavelength shaft, respectively.

[Claim 7] The monitor unit of the lightwave signal transmitted in said wavelength multiplex

transmission link in an optical-communication network according to claim 1 or 2 is an optical-communication network characterized by being the wavelength group pass which is the unit of said routing processing.

[Claim 8] In the optical pass cross connect equipment which inputs the wavelength pass transmitted in two or more wavelength multiplex transmission links, and carries out routing processing based on the wavelength and which is outputted to a corresponding wavelength multiplex transmission link Two or more splitters which input the wavelength pass of each of said wavelength multiplex transmission link, and are divided into the wavelength group pass of G(G is two or more integers) every N individual (N is two or more integers), respectively, Optical pass cross connect equipment characterized by having the routing processing means which makes said each wavelength group pass a unit, and carries out routing processing, and two or more multiplexing machines it multiplexes [machines] for every wavelength multiplex transmission link which outputs each wavelength group pass by which routing was carried out with said routing processing means.

[Claim 9] The optical pass cross connect equipment which be equip with two or more optical pass cross connect processing sections which consist of two or more of said splitters , said routing processing means , and two or more of said multiplexing machines , hierarchize them in optical pass cross connect equipment according to claim 8 , make the sequential connection of the splitter of one , and the multiplexing machine of 1 among hierarchies , and be characterize by to be the configuration of connect said wavelength multiplex transmission link to the remaining splitters and multiplexing machines for every hierarchy , respectively .

[Claim 10] The wavelength pass which constitutes the number of wavelength multiplex transmission links linked to each of said hierarchy's optical pass cross connect processing section, wavelength group numbers of passes, and wavelength group pass in optical pass cross connect equipment according to claim 9 is optical pass cross connect equipment characterized by being the configuration set up independently, respectively.

[Claim 11] It is optical pass cross connect equipment characterized by having the wavelength transducer which carries out wavelength conversion of two or more wavelength pass with which said routing processing means constitutes said wavelength group pass in optical pass cross connect equipment according to claim 8 or 9, and the optical matrix switch which carries out routing of the wavelength group pass by which wavelength conversion was carried out.

[Claim 12] It is optical pass cross connect equipment characterized by being the optical parametric wavelength converter which a wavelength converter bundles up two or more wavelength pass which constitutes said wavelength group pass in optical pass cross connect equipment according to claim 11, and carries out wavelength conversion.

[Claim 13] It is optical pass cross connect equipment characterized by including the optical filter from which the wavelength pass into which said optical parametric wavelength converter was inputted in optical pass cross connect equipment according to claim 12, and noise light are removed.

[Claim 14] In optical pass cross connect equipment according to claim 12 said optical parametric wavelength converter Two output ports of the 1st optical multiplexer/demultiplexer of 2 input 2 output, and two input port of the 2nd optical multiplexer/demultiplexer of 2 input 2 output for two optical paths connected, respectively It has the nonlinear Mach-Zehnder interferometer which inserted the quality of an optical dispersion medium, and the secondary optical nonlinear medium, respectively. The 1st optical nonlinear medium [secondary] is inserted in one optical path between said 1st optical multiplexer/demultiplexer and said 2nd optical multiplexer/demultiplexer at the degree of the 1st quality of an optical dispersion medium. The 2nd quality of an optical dispersion medium is inserted in the optical path of another side at the degree of the 2nd optical nonlinear medium [secondary]. The multiplexing light of the excitation light which becomes the origin of the signal light which constitutes said wavelength group pass from one input port of said 1st optical multiplexer/demultiplexer, and wavelength conversion light is inputted. Optical pass cross connect equipment characterized by being the configuration which outputs signal light and excitation light from one output port of said 2nd optical multiplexer/demultiplexer, and outputs the wavelength group pass to the wavelength group pass inputted from the output port of another side by which wavelength conversion was carried out.

[Claim 15] It is optical pass cross connect equipment characterized by being the array waveguide diffraction-grating mold multi/demultiplexer (AWG) which has a transmitted wave length property with periodic said splitter and said multiplexing machine in optical pass cross connect equipment according to claim 8 or 9.

[Claim 16] It is optical pass cross-connect equipment characterize by to be the configuration equipped with the optical gate switch which penetrates or intercepts alternatively each wavelength pass which used the array waveguide diffraction-grating mold multi/demultiplexer (AWG) which has a transmitted wave length property with periodic said splitter and said multiplexing machine in optical pass cross-connect equipment according to claim 8 or 9 with the two step configuration , and was separated spectrally between them .

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the optical-communication network with which routing processing of the wavelength pass transmitted in a wavelength multiplex transmission link is carried out based on the wavelength, and the optical pass cross connect equipment which performs routing processing with the optical-communication network.

[0002]

[Description of the Prior Art] By increase of data communication traffic, such as the Internet, it is Tbit/s in the present condition. In a class and the near future, it is 10 - 100 Tbit/s. Installation of the routing processing equipment which has the above throughput is called for. The present routing processing equipment changes into an electrical signal the information transmitted through a mass optical-fiber-transmission way in an input stage, reads destination information for every frame of transfer information, performs path control with reference to the routing table which stores the address corresponding to each destination, and is performing forwarding processing based on the path information. And after carrying out contention control by buffering actuation, the electrical signal was changed into the lightwave signal and it has sent out to the optical-fiber-transmission way of the next step.

[0003] It is essentially difficult for modification of the frame structure of transfer information to be difficult, and to offer various services with the conventional routing processing equipment processed according to such a procedure, corresponding to a user's needs.

[0004] Furthermore, in order to attain improvement in the speed of processing speed, improvement in the speed of the LSI circuit which performs electric processing, and increase of whenever [juxtaposition] are searched for. Especially increase of the latest data communication traffic is progressing with the vigor which exceeds the progress situation of improvement in the speed of an LSI circuit, therefore increase of whenever [juxtaposition], i.e., increase of the method way of a switch of routing processing equipment, is no longer avoided. However, since increase of whenever [juxtaposition] causes not only the technical problem of hardware, such as mounting, but the decline in transfer processing effectiveness, it is in the situation of being hard to acquire effectiveness to the extent that it is expected.

[0005] There is optical pass cross connect (OPXC) which uses the wavelength of the lightwave signal transmitted as routing information as a means to solve such a problem. In this optical pass cross connect, it dissociates spatially per wavelength channel and an input lightwave signal performs switching processing for every wavelength channel. That is, since it processes without changing into an electrical signal the lightwave signal transmitted through an optical-fiber-transmission way, it is advantageous to reduction and large-capacity-izing of an equipment scale.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a number proportional to the number of wavelength channels of wavelength sensing elements and the optical matrix switch of the scale proportional to the square of the number of wavelength channels are required of optical pass cross connect equipment. Moreover, in large-scale-ization of an optical matrix switch, low loss-ization is required of raising the homogeneity of a switch manufacture technique, and coincidence. However, in the present condition, the unit price of an optical switch is sharply more expensive than an electric switch, and scale increase of an optical matrix switch has the problem which spoils cost metric of optical

pass cross connect equipment.

[0007] In the configuration to which routing processing of the wavelength pass transmitted in a wavelength multiplex transmission link is carried out based on the wavelength, this invention heightens routing processing capacity, and it aims at offering the optical-communication network which enables large capacity-ization, and the optical pass cross connect equipment which performs routing processing with the optical-communication network, suppressing the whole cost increase.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 is equipped with the wavelength multiplex transmission link which connects the meantime with two or more optical pass cross connect equipments. In the optical-communication network to which routing processing of the wavelength pass transmitted in a wavelength multiplex transmission link is carried out based on the wavelength with optical pass cross connect equipment optical pass cross connect equipment It is the configuration of dividing the wavelength pass of a wavelength multiplex transmission link into the wavelength group pass of G(G is two or more integers) every N individual (N is two or more integers), and performing routing processing by making the wavelength group pass into a unit.

[0009] Invention according to claim 2 divides an optical-communication network according to claim 1 into the sub field 1 - z (z is two or more integers), several [of the wavelength group pass by which routing processing is carried out for every sub field] -- N1, N2, --, Nz several [and / of the wavelength pass which constitutes each wavelength group pass] -- G1, G2, --, Gz several [of the wavelength group pass by which routing processing is carried out between each sub field] -- several [of the wavelength pass which constitutes N0 and its wavelength group pass] -- G0 It is set up mutually-independent (N0 - Nz is two or more integers, and G0 -Gz is two or more integers). Thereby, while being able to design the optical-communication network according to the traffic need for every sub field, the use effectiveness of the limited optical frequency resource in a wavelength multiplex transmission link and optical pass cross connect equipment can be raised.

[0010] Invention according to claim 3 is set on an optical-communication network according to claim 1 or 2, each which constitutes the wavelength group pass of N (N0 -Nz) individual -- the wavelength of the wavelength pass of G (G0 -Gz) book -- lambda 1 and 1 - lambda1, G, lambda 2, and 1 - lambda2, G, --, lambdaN, 1 - lambda -- N and G **, when it carries out [lambda1, 1 -lambda1, and G], [lambda2, 1 - lambda2, G] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and G] are continuously arranged on a wavelength shaft, respectively.

[0011] Invention according to claim 4 is set on an optical-communication network according to claim 1 or 2, each which constitutes the wavelength group pass of N (N0 -Nz) individual -- the wavelength of the wavelength pass of G (G0 -Gz) book -- lambda 1 and 1 - lambda1, G, lambda 2, and 1 - lambda2, G, --, lambdaN, 1 - lambda -- N and G **, when it carries out [lambda1, 1 -lambda1, and G], [lambda2, 1 - lambda2, G] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and G] are on a wavelength shaft, respectively, and are arranged at equal wavelength interval. and -- [lambda 1, 1 -lambdaN, 1], [lambda 1, 2 -lambdaN, 2], and --, [-- lambda1, G - lambdaN and G] are continuously arranged on a wavelength shaft, respectively.

[0012] each from which invention according to claim 5 constitutes the wavelength group pass of N (N0 - Nz) individual in an optical-communication network according to claim 1 or 2 -- according to communication link need, an adjustable setup of the wavelength pass of G (G0 -Gz) book is carried out in the range of 1 - G (1-G0, 1-G1, 1-G2, --, 1-Gz) book, respectively. Thereby, according to the communication link need between each set grounds, communication-band width of face can be accommodated flexibly. Consequently, the use effectiveness of a limited optical frequency resource can be raised.

[0013] Invention according to claim 6 the wavelength of the wavelength pass of each 1 which constitutes the wavelength group pass of N (N0 -Nz) individual - G (1-G0, 1-G1, 1-G2, --, 1-Gz) book in an optical-communication network according to claim 5 lambda 1, 1 -lambda1, g1 and lambda2, and 1 - lambda2, g2, --, lambdaN, and 1-lambda -- the time of being referred to as N and gn -- (-- g1 - integer [of gn1-G (1-G0, 1-G1, 1-G2, --, 1-Gz)]) -- [lambda 1, 1 -lambda1, g1] ** [lambda2, 1 -lambda2, g2] -- [-- lambdaN, 1 - lambdaN, and gn] It is continuously arranged on a wavelength shaft, respectively.

Processing of carrying out wavelength conversion of two or more wavelength pass which constitutes by this the wavelength group pass which is a routing processing unit collectively becomes easy, and the configuration of a multi/demultiplexer also becomes easy.

[0014] The monitor unit of the lightwave signal with which invention according to claim 7 is transmitted in a wavelength multiplex transmission link in an optical-communication network according to claim 1

or 2 is considered as the wavelength group pass which is the unit of routing processing. A routing processing unit and a monitor unit become the same by this, and network failure detection and the operation of reconstruction can be simplified. Furthermore, compared with each case where it supervises per wavelength pass, scale reduction of supervisory equipment is attained by supervising per routing processing.

[0015] In the optical pass cross connect equipment which invention according to claim 8 inputs the wavelength pass transmitted in two or more wavelength multiplex transmission links, carries out routing processing based on the wavelength, and is outputted to a corresponding wavelength multiplex transmission link Two or more splitters which input the wavelength pass of each wavelength multiplex transmission link, and are divided into the wavelength group pass of G(G is two or more integers) every N individual (N is two or more integers), respectively, It has two or more multiplexing machines it multiplexes [machines] for every wavelength multiplex transmission link which outputs each wavelength group pass by which routing was carried out, and consists of a routing processing means which makes each wavelength group pass a unit and carries out routing processing, and a routing processing means.

[0016] Invention according to claim 9 is the configuration of having two or more optical pass cross connect processing sections which consist of two or more splitters, a routing processing means, and two or more multiplexing machines, hierarchizing them, making sequential connection of the splitter of one, and the multiplexing machine of 1 among hierarchies, and connecting a wavelength multiplex transmission link to the remaining splitters and multiplexing machines for every hierarchy, respectively, in optical pass cross connect equipment according to claim 8.

[0017] The wavelength pass with which invention according to claim 10 constitutes the number of wavelength multiplex transmission links connected to each hierarchy's optical pass cross connect processing section in optical pass cross connect equipment according to claim 9, wavelength group numbers of passes, and wavelength group pass is a configuration set up independently, respectively.

[0018] Invention according to claim 11 is equipped with the wavelength transducer which carries out wavelength conversion of two or more wavelength pass which wavelength group pass is constituted, and the optical matrix switch which carries out routing of the wavelength group pass with which wavelength conversion was carried out by the routing processing means in optical pass cross connect equipment according to claim 8 or 9.

[0019] Invention according to claim 12 is set to optical pass cross connect equipment according to claim 11. A wavelength converter is an optical parametric wavelength converter which carries out wavelength conversion of two or more wavelength pass which constitutes wavelength group pass collectively.

[0020] Invention according to claim 13 is set to optical pass cross connect equipment according to claim 12. An optical parametric wavelength converter contains the optical filter from which the inputted wavelength pass and noise light are removed.

[0021] Invention according to claim 14 is set to optical pass cross connect equipment according to claim 12. An optical parametric wavelength converter Two output ports of the 1st optical multiplexer/demultiplexer of 2 input 2 output, and two input port of the 2nd optical multiplexer/demultiplexer of 2 input 2 output for two optical paths connected, respectively It has the nonlinear Mach-Zehnder interferometer which inserted the quality of an optical dispersion medium, and the secondary optical nonlinear medium, respectively. The 1st optical nonlinear medium [secondary] is inserted in one optical path between the 1st optical multiplexer/demultiplexer and the 2nd optical multiplexer/demultiplexer at the degree of the 1st quality of an optical dispersion medium. The 2nd quality of an optical dispersion medium is inserted in the optical path of another side at the degree of the 2nd optical nonlinear medium [secondary]. The multiplexing light of the excitation light which becomes the origin of the signal light which constitutes wavelength group pass from one input port of the 1st optical multiplexer/demultiplexer, and wavelength conversion light is inputted. It is the configuration which outputs signal light and excitation light from one output port of the 2nd optical multiplexer/demultiplexer, and outputs the wavelength group pass to the wavelength group pass inputted from the output port of another side by which wavelength conversion was carried out.

[0022] Invention according to claim 15 is an array waveguide diffraction-grating mold multi/demultiplexer (AWG) which has a transmitted wave length property with periodic splitter and multiplexing machine in optical pass cross connect equipment according to claim 8 or 9.

[0023] Invention according to claim 16 is the configuration equipped with the optical gate switch which penetrates or intercepts alternatively each wavelength pass which the array waveguide diffraction-

grating mold multi/demultiplexer (AWG) which has a periodic transmitted wave length property was used for the splitter and the multiplexing machine with the two-step configuration, and was separated spectrally between them in optical pass cross connect equipment according to claim 8 or 9.

[0024]

[Embodiment of the Invention] (Basic configuration of optical pass cross connect equipment) Drawing 1 shows the basic configuration of the optical pass cross connect equipment of this invention. In drawing, two or more wavelength multiplex transmission links 20 are connected to optical pass cross connect equipment 10. Optical pass cross connect equipment 10 is constituted by the multiplexing machine 13 which multiplexes the wavelength group pass outputted to each wavelength multiplex-transmission link 20 with the splitter 11 which divides the wavelength pass of each wavelength multiplex transmission link 20 into the wavelength group pass of G(G is two or more integers) every N individual (N is two or more integers), and the routing processing section 12 which performs routing processing by making the wavelength group pass into a unit.

[0025] The difference between the conventional configuration of optical pass cross connect equipment and this invention configuration is shown in drawing 2 . Since routing processing was performed per wavelength pass, for example, in order to carry out routing of the wavelength pass of 16, the routing processing section of 16x16 was conventionally required of the configuration. Since routing processing is performed per wavelength group pass which carried out grouping of two or more wavelength pass with this invention configuration, supposing wavelength group pass consists of wavelength pass of four on the other hand, in order to carry out routing of the wavelength pass of 16, it can respond in the routing processing section of 4x4. Since the routing processing section 12 consists of a wavelength transducer and an optical matrix switch so that it may mention later, it can reduce a circuit scale sharply by considering a routing processing unit as wavelength group pass.

[0026] Wavelength of the wavelength pass which constitutes each wavelength group pass here [lambda1, 1 -lambda1, and G], [lambda2, 1 -lambda2, G] -- It expresses [lambdaN, 1 - lambdaN, and G]. In addition, wavelength lambda1 and j i shows the number 1 of the wavelength group which belongs - N, and j shows the wavelength number 1 - G.

[0027] Drawing 3 shows the example of wavelength arrangement of wavelength group pass. Drawing 3 (1) Wavelength of the wavelength pass which constitutes the wavelength group pass 1 - N from a shown example of wavelength arrangement [lambda1, 1 -lambda1, and G], [lambda2, 1 -lambda2, G] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and G] are continuously arranged on a wavelength shaft, respectively.

[0028] Drawing 3 (2) Wavelength [lambda1 of the wavelength pass which constitutes the wavelength group pass 1 - N from a shown example of wavelength arrangement, 1 -lambda1, and G], [lambda2, 1 -lambda2, G] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and G] respectively -- a wavelength shaft top -- it is -- etc. -- it carries out, and it is and arranges at wavelength spacing -- having -- and -- [lambda 1, 1 -lambdaN, 1], [lambda 1, 2 -lambdaN, 2], and --, [lambda1, G - lambdaN and G] are continuously arranged on a wavelength shaft, respectively. The array waveguide diffraction-grating mold optical multiplexer/demultiplexer (AWG) which has a periodic multiplexing/demultiplexing property, for example as the splitter 11 which performs multiplexing/demultiplexing of such wavelength group pass, and a multiplexing machine 13 can be used.

[0029] Drawing 3 (3) The shown example of wavelength arrangement is an example by which an adjustable setup of the wavelength numbers of passes which constitute each wavelength group pass is carried out in the 1-G range, wavelength [lambda 1, 1 -lambda1, g1] of the wavelength pass which constitutes the wavelength group pass 1 - N ** [lambda 2, 1 -lambda2, g2] -- [lambdaN, 1 - lambdaN, and gn] It is continuously arranged on a wavelength shaft, respectively. However, g1 -gn It is the integer of the range of 1 - G. As the splitter 11 which performs multiplexing/demultiplexing of such wavelength group pass, and a multiplexing machine 13, it can constitute using the optical gate switch which carries out ON/OFF actuation with two AWGs. The example of a configuration is shown in drawing 4 .

[0030] The optical star coupler 111 to which a splitter 11 carries out N branching of the wavelength multiple-signal light of the wavelength multiplex transmission link 20 in drawing 4 , AWG 112-1 as a splitter which separates spectrally each wavelength multiple-signal light by which N branching was carried out - 112-N, It is constituted by the optical gate switch group 113-1 which turns on / turns off each wavelength pass separated spectrally for every output of each AWG according to an individual - 113-N, and AWG 114-1 as a multiplexing machine which multiplexes the wavelength pass outputted from each optical gate switch group - 114-N. It responds to the wavelength pass which serves as ON by this optical gate switch group, and is drawing 3 (3). An adjustable setup of the wavelength pass which

constitutes each wavelength group pass so that it may be shown can be carried out. The multiplexing machine 13 is realizable with the configuration which made arrangement of drawing 4 reverse. [0031] (1st operation gestalt of an optical-communication network) Drawing 5 shows the 1st operation gestalt of the optical-communication network of this invention. In drawing, the optical-communication network of this operation gestalt consists of wavelength multiplex transmission links 20 of 59 which connect them with 36 optical pass cross connect equipments 10, the unit of the wavelength group pass is carried out with optical pass cross connect equipment 10, and routing processing is performed.

[0032] The difference between the conventional configuration of an optical-communication network and this invention configuration is shown in drawing 6. Conventionally, with the configuration, since routing processing was performed per wavelength pass, two or more wavelength pass transmitted to airaid [same] (IP router) also needed to be treated according to the individual, respectively. On the other hand, with this invention configuration, since routing processing is performed per wavelength group pass, grouping of two or more wavelength pass transmitted to airaid [same] (IP router) can be carried out, and it can carry out routing processing collectively.

[0033] In this invention configuration, wavelength is arranged [the wavelength numbers of passes of the wavelength multiplex transmission link 20] for optical frequency spacing of 65 and each wavelength pass by 50GHz (wavelength spacing abbreviation 0.4nm) at a 1530-1560nm C band, and signal speeds are 10 Gbit/s. It reaches. 2.5 Gbit/s It carries out. Here, if the wavelength group pass which is one routing processing unit is constituted from wavelength pass of four, 16 wavelength group pass will be constituted and remaining one wavelength pass will be used as a supervisory-signal channel which has supervisory-control information, such as signal quality information on each wavelength group pass unit, optical pass cross connect equipment, and repeating installation.

[0034] Drawing 7 shows the example of a configuration of the wavelength multiplex transmission link 20. In order to oppress 4 light-wave mixing between the self-phase modulation of each wavelength pass which poses a problem in wavelength multiplex transmission, and each wavelength pass by the wavelength multiplex transmission link 20 in drawing The one transmission section is constituted from a core expansion fiber 21 which oppressed the nonlinearity of a transmission optical fiber, and a distributed compensation fiber 22 with which distribution and the distributed slope of the core expansion fiber 21 were compensated. It is the configuration of having connected each transmission section through the optical fiber amplifier 23 with which loss of an optical fiber is compensated. For example, the wavelength multiplex transmission link 20 will consist of the 3 - 4 transmission sections, and optical pass cross connect equipment 10 will be arranged for the one transmission section at intervals of 80km, then 240 - 360 km.

[0035] In addition, the optical amplifier using the erbium-doped optical fiber as an optical fiber amplifier 23 and the Raman optical amplification means using the transmission optical fiber itself as an optical amplification medium are used.

[0036] Drawing 8 shows the example of a configuration of the optical pass cross connect equipment 10 used for A point of the optical-communication network of drawing 5. In drawing with the optical pass cross connect equipment 10 of A point The wavelength pass of 64 and the wavelength pass of one for a monitor (a total of 65) are held through four optical fibers 16-1 to 16-4 (16'-1-16'-4) used as the wavelength multiplex transmission link 20 from four adjoining optical pass cross connect equipments, respectively. The wavelength pass of 64 and the wavelength pass of one for a monitor (a total of 65) are held through the optical fiber 16-5 (16'-5) for ADODOROPPU from the transceiver section 17 of self-equipment.

[0037] The splitter 11-1 to 11-5 separated per wavelength group pass is connected to the input port where each optical fiber 16-1 to 16-5 is connected. The wavelength pass of 64 for transmission into which it separates into every 16 4 wavelength group pass each, and a splitter 11-5 inputs the wavelength pass of 64 each which inputs a splitter 11-1 to 11-4 from an optical fiber 16-1 to 16-4 from an optical fiber 16-5 is divided into every 16 4 wavelength group pass. For example, wavelength of the wavelength pass of each wavelength group pass separated with a splitter 11-1, [lambda1, 1-lambda1, and 4], [lambda2, 1-lambda2, 4] -- [lambda16, 1-lambda16, and 4] It becomes.

[0038] A total of 80 wavelength group pass divided into 16 pieces with the splitter 11-1 to 11-5, respectively is inputted into the routing processing section 12 which consists of a wavelength transducer 14 and an optical matrix switch 15 of 80x80, and required wavelength conversion and routing processing are performed. It is multiplexed for every 16 wavelength group pass with the multiplexing vessel 13-1 to 13-5, respectively, and the output of the optical matrix switch 15 is outputted to optical fiber 16'-1-16'-5

from an output port. The wavelength pass of 64 (a total of 256 books) is outputted to optical fiber 16'-1-16'-4, respectively, and the wavelength pass of 64 for reception is outputted to optical fiber 16'-5. [0039] Moreover, the wavelength pass of the supervisory-signal channel separated with a splitter 11-1 to 11-5 is inputted into a controller 18. A controller 18 controls the conversion wavelength of each wavelength transducer 14, and actuation of the optical matrix switch 15 according to the control information transmitted by this supervisory-signal channel. Moreover, a controller 18 generates the supervisory-signal channel which carried the new control information of each wavelength group pass, is inputted into the multiplexing machine 13-1 to 13-5, and multiplexes.

[0040] In addition, although the routing processing section 12 shown in this operation gestalt has taken the configuration inputted into the optical matrix switch 15 after carrying out wavelength conversion of each wavelength group pass by the wavelength transducer 14, it is good also as a configuration which switches each wavelength group pass with the optical matrix switch 15, and carries out wavelength conversion of the wavelength group pass outputted by the wavelength transducer 14, respectively.

[0041] Drawing 9 shows the example of a configuration of the transceiver section 17. The electric phototransducer 31-1 to 31-65 which changes into a lightwave signal the electrical signal with which the transceiver section 17 was outputted from each IP router in drawing (E/O), The crossbar switch 32 which connects each electrical signal to the electric phototransducer of the wavelength corresponding to the destination, The multiplexing machine 33 which multiplexes and outputs the lightwave signal of each wavelength to an optical fiber 16-5, It is constituted by the splitter 34 which divides into the lightwave signal of each wavelength the light wave length multiple signal inputted from optical fiber 16'-5, the photoelectricity converter (O/E) 35-1 to 35-65 which changes each lightwave signal into an electrical signal, and the crossbar switch 36 which connects each electrical signal to the IP router of a reception place.

[0042] Drawing 10 shows the example of a configuration of the optical matrix switch 15. Drawing 10 (1) The 1st example of a configuration, and drawing 10 (2) The 2nd example of a configuration is shown. Drawing 10 (1) Setting, the optical matrix switch 15 consists of reflecting mirror switches 40 which operate to the mechanical of 80x80. This reflecting mirror switch 40 is controlled by the controller 18 shown in drawing 8 . For example, in order to output the wavelength group pass of Port a to Port b, only reflecting mirror switch 40ab used as the intersection of the matrix is made into an ON state, and the reflecting mirror switch in its line and train is controlled to an OFF state.

[0043] Drawing 10 (2) It sets and the optical switch 150-1 to 150-5 of 16x5 and mesh wiring which carry out routing per wavelength group pass realize the optical matrix switch 15. Although it is multiplexing the wavelength group pass outputted to each optical fiber with the multiplexing vessel 13-1 to 13-5 in using the optical matrix switch 15 of 80x80, with this configuration, it has routing and composition it multiplexes [composition] in the wavelength group pass outputted to each optical fiber within optical switch [of 16x5] 150-1 - 150-5. That is, the optical switch 150-1 to 150-5 of 16x5 is a configuration matrix wiring of 16x5 is performed [configuration] through the 1x2 optical switch 151, and it multiplexes [configuration] to each optical fiber correspondence with the multiplexing vessel 152. Thereby, the number of input port of the multiplexing machine 13-1 to 13-5 is decreasing to 5 from 16.

[0044] (Example of a configuration of the wavelength converter 14) Drawing 11 shows the 1st example of a configuration of the wavelength converter 14. The splitter 41 which divides into four wavelength pass the wavelength group pass into which the wavelength converter 14 is inputted in drawing. The tunable laser light source 42-1 to 42-4 set as conversion wavelength, and the wavelength sensing element 43-1 to 43-4 which changes each wavelength pass into an electrical signal, and modulates the output light of each tunable laser light source with the electrical signal, It is constituted by the multiplexing machine 44 which multiplexes and outputs each wavelength conversion light as wavelength group pass. In addition, the module which integrated the single transit photograph carrier diode in which a high-speed response is possible, and EA modulator as a wavelength sensing element 43 used here can be used.

[0045] Drawing 12 shows the 2nd example of a configuration of the wavelength converter 14. The wavelength converter 14 is constituted in drawing by the wavelength sensing element 45-1 to 45-4 which carries out direct modulation of the output light of each tunable-laser light source to the splitter 41 which divides the wavelength group pass inputted into four wavelength pass, and the tunable-laser light source 42-1 to 42-4 set as conversion wavelength with each wavelength pass, and the multiplexing machine 44 which multiplexes and outputs each wavelength conversion light as wavelength group pass.

[0046] As a wavelength sensing element 45 used here, it is drawing 12 (2). The semi-conductor optical

amplifier 46-1 of the shown Mach-Zehnder-interferometer configuration and 46-2 are used. The control light outputted from the tunable laser light source 42 dichotomizes with one optical coupler 47-1, is inputted into the semi-conductor optical amplifier 46-1 and 46-2, and is combined and outputted with the optical coupler 47-2 of another side. Here, if signal light (wavelength pass) is inputted into one semi-conductor optical amplifier 46-1, a refractive index will change and the phase of the passing control light will change. Therefore, the phases of each control light combined with the optical coupler 47-2 differ, and a phase change turns into a change on the strength, and it appears. That is, the information on signal light is put on control light, and serves as wavelength conversion on the wavelength of control light from the wavelength of signal light. Since such a wavelength sensing element 45 of a configuration does not contain an electrical circuit and an electric element, high-speed operation is possible for it.

[0047] In addition, this wavelength sensing element 45 is the configuration of having used the cross phase modulation of a semi-conductor optical amplifier, and can separate and output signal light and wavelength conversion light to a different port. On the other hand, in considering as the configuration using the cross gain modulation of a semi-conductor optical amplifier, it uses the optical filter which separates signal light and noise light from wavelength conversion light.

[0048] Drawing 13 shows the 3rd example of a configuration of the wavelength converter 14. The description of this configuration is in the place which used the optical parametric wavelength converter (reference: application for patent No. 304936 [2000 to]) which carries out wavelength conversion of each wavelength pass of wavelength group pass collectively, without dividing wavelength group pass into each wavelength pass. Thereby, it can put together per wavelength group pass not only about the optical matrix switch 15 but about the wavelength converter 14, and the configuration of optical pass cross connect equipment can be simplified. Here, the wavelength group pass set as the object of wavelength conversion is called signal light, and the light which becomes the basis of wavelength conversion light is called excitation light.

[0049] The wavelength converter 14 is constituted in drawing by the nonlinear Mach-Zehnder interferometer which has the quality of an optical dispersion medium, and the secondary optical nonlinear medium for two internal optical paths, respectively. However, in two optical paths, the sequence of the quality of an optical dispersion medium and the secondary optical nonlinear medium becomes reverse.

[0050] It is multiplexed with the WDM coupler 51, and the multiplexing light is inputted from one input port of an optical multiplexer/demultiplexer 52, and signal light and excitation light branch for two optical paths. The multiplexing light which branched for one optical path is first inputted into the quality 53 of an optical dispersion medium, and then is inputted into the secondary optical nonlinear medium 54. The multiplexing light which branched for the optical path of another side is first inputted into the secondary optical nonlinear medium 55, and then is inputted into the quality 56 of an optical dispersion medium. It is multiplexed in the wavelength conversion light generated by the secondary optical nonlinear media 54 and 55, and the signal light and excitation light which pass two optical paths with an optical multiplexer/demultiplexer 57, signal light and excitation light are outputted to one output port, and wavelength conversion light is outputted to the output port of another side.

[0051] Drawing 14 shows the example of a configuration of the quality 53 and 56 of an optical dispersion medium, and the secondary optical nonlinear media 54 and 55. Here, it is LiNbO₃. On a substrate 60, it is the non-false phase matching LiNbO₃ as quality 53 and 56 of an optical dispersion medium. It is the false phase matching LiNbO₃ as waveguides 61 and 62 and secondary optical nonlinear media 54 and 55. Waveguides 63 and 64 are constituted in a monolithic. False phase matching LiNbO₃ Waveguides 63 and 64 are LiNbO₃. A polarization reversal field is formed in a substrate 60 at the predetermined spacing by electrical-potential-difference impression at the time of manufacture, and titanium (Ti) is diffused, and they are two LiNbO₃(s). Waveguide is formed. Usual LiNbO₃ [on the other hand] Although propagation multipliers differ greatly between excitation light and signal light in waveguide, this property is used as quality of an optical dispersion medium, and it is the non-false phase matching LiNbO₃. It uses as waveguides 61 and 62. Thereby, the quality of an optical dispersion medium and an optical nonlinear medium can be integrated.

[0052] (2nd operation gestalt of an optical-communication network) Drawing 15 shows the 2nd operation gestalt of the optical-communication network of this invention. In drawing, the optical-communication network of this operation gestalt has two hierarchies' network structure divided into the backbone 71 and the area network 72-1 to 72-4. A backbone 71 consists of wavelength multiplex transmission links 20 which connect them with 16 optical pass cross connect equipments 10, the unit of

the wavelength group pass is carried out, and routing processing is performed.

[0053] For example, wavelength is arranged [the wavelength numbers of passes of the wavelength multiplex transmission link 20] for optical frequency spacing of 129 and each wavelength pass by 50GHz (wavelength spacing abbreviation 0.4nm) at a 1530-1580nm C band and an L band, and signal speeds are 10 Gbit/s. It reaches. 2.5 Gbit/s It carries out. Here, if the wavelength group pass which is one routing processing unit is constituted from wavelength pass of four, 32 wavelength group pass will be constituted and the wavelength pass of remaining one will be used as a supervisory-signal channel which has supervisory-control information, such as signal quality information on each wavelength group pass unit, optical pass cross connect equipment, and repeating installation.

[0054] According to each local situation, as for each area network 72-1 to 72-4, various network topologies, such as a ring, a mesh, and a star, are adopted. Here, the wavelength numbers of passes of the wavelength multiplex transmission link 20 are set to 32 using what performs routing processing to each optical pass cross connect equipment of an area network per wavelength pass of a conventional type. In addition, it is also the same as when an area network performs routing processing of a wavelength group pass unit.

[0055] Drawing 16 shows the example of a configuration of the optical pass cross connect equipment 10 used for B point of the optical-communication network of drawing 15. In drawing, the optical pass cross connect equipment 10 of B point which connects a backbone 71 and an area network 72-1 is two hierarchies of the backbone corresponding point 73 and the area network corresponding point 74 to compensate for 2 hierarchy organization of an optical-communication network.

[0056] In the backbone corresponding point 73, two optical fibers 16-1 and 16-2 (16'-1, 16'-2) are minded from two adjoining optical pass cross connect equipments, and it is 129, respectively. The wavelength pass of a book is held, an optical fiber 16-3 (16'-3) is minded from the area network corresponding point 74, and it is a maximum of 129. The wavelength pass of a book is held.

[0057] The splitter 11-1 to 11-3 separated per wavelength group pass is connected to the input port where each optical fiber 16-1 to 16-3 is connected. A splitter 11-1 and 11-2 are each 128 [an optical fiber 16-1 and / of 16-2]. Dividing the wavelength pass of a book into every 32 4 wavelength group pass each, a splitter 11-3 is a maximum of 128 of an optical fiber 16-3. The wavelength pass of a book is divided into a maximum of every 32 4 wavelength group pass. For example, wavelength of the wavelength pass of each wavelength group pass separated with a splitter 11-1, [lambda1, 1-lambda1, and 4], [lambda2, 1-lambda2, 4] -- [lambda32, 1-lambda32, and 4] It becomes.

[0058] A total of 96 wavelength group pass divided into 32 pieces with the splitter 11-1 to 11-3, respectively is inputted into routing processing section 12a which consists of wavelength transducer 14a and optical matrix switch 15a of 96x96, and required wavelength conversion and routing processing are performed. It is multiplexed for every 32 wavelength group pass with the multiplexing vessel 13-1 to 13-3, respectively, and the output of optical matrix switch 15a is outputted to optical fiber 16'-1-16'-3 from an output port. In optical fiber 16'-1 and 16'-2, it is 128, respectively. The wavelength pass of a book (a total of 256 books) is outputted, and it is [as opposed to / in optical fiber 16'-3 / the area network corresponding point 74] a maximum of 128. The wavelength pass of a book is outputted.

[0059] Moreover, the wavelength pass of the supervisory-signal channel separated with a splitter 11-1 to 11-3 is inputted into controller 18a. Controller 18a controls the conversion wavelength of each wavelength transducer 14a, and actuation of optical matrix switch 15a according to the control information transmitted by this supervisory-signal channel. Moreover, controller 18a generates the supervisory-signal channel which carried the new control information of each wavelength group pass, is inputted into the multiplexing machine 13-1 to 13-3, and multiplexes.

[0060] In the area network corresponding point 74, an optical fiber 16-3 (16'-3) is minded from the backbone corresponding point 73, and it is a maximum of 128. The wavelength pass of a book is held. The wavelength pass of 32 is held through two optical fibers 16-5 and 16-6 (16'-5, 16'-6), respectively from two adjoining optical pass cross connect equipments. The wavelength pass of 32 is held through the optical fiber 16-7 (16'-7) for ADODOROPPU from the transceiver section 17 of self-equipment.

[0061] The splitter 11-4 to 11-7 separated per wavelength pass is connected to the input port where optical fiber 16'-3 and 16-5 to 16-7 are connected. A splitter 11-4 is a maximum of 128 of optical fiber 16'-3. Separating the wavelength pass of a book, a splitter 11-5 to 11-7 separates the wavelength pass of 32 each of an optical fiber 16-5 to 16-7.

[0062] It is a maximum of 128 with a splitter 11-4. The wavelength pass divided into the book and the wavelength pass of a total of 96 divided into 32 with the splitter 11-5 to 11-7, respectively are inputted

into routing processing section 12b which consists of wavelength transducer 14b and optical matrix switch 15b, and required wavelength conversion and routing processing are performed. It is multiplexed in wavelength pass with the multiplexing vessel 13-4 to 13-7, respectively, and the output of optical matrix switch 15b is outputted to an optical fiber 16-3 and 16'-5-16'-7 from an output port. In an optical fiber 16-3, it is a maximum of 128. The wavelength pass of a book is outputted, the wavelength pass of 32 (a total of 64) is outputted to optical fiber 16'-5 and 16'-6, respectively, and the wavelength pass of 32 is outputted to optical fiber 16'-7 for reception.

[0063] Moreover, the wavelength pass of the supervisory-signal channel separated with a splitter 11-4 to 11-7 is inputted into controller 18b. Controller 18b controls the conversion wavelength of each wavelength transducer 14b, and actuation of optical matrix switch 15b according to the control information transmitted by this supervisory-signal channel. Moreover, controller 18b generates the supervisory-signal channel which carried the new control information of each wavelength group pass, is inputted into the multiplexing machine 13-4 to 13-7, and multiplexes.

[0064] Each wavelength converter of drawing 11 - drawing 13 can be used for the wavelength converters 14a and 14b of this configuration. The optical matrix switch shown in drawing 8 can be used for the optical matrix switches 15a and 15b of this configuration. The transceiver section shown in drawing 9 can be used for the transceiver section 17 of this configuration.

[0065] In addition, although routing processing section 12a shown in this operation gestalt has taken the configuration inputted into optical matrix switch 15a after carrying out wavelength conversion of each wavelength group pass by wavelength transducer 14a, it is good also as a configuration which switches each wavelength group pass by optical matrix switch 15a, and carries out wavelength conversion of the wavelength group pass outputted by wavelength transducer 14a, respectively. Moreover, although routing processing section 12b shown in this operation gestalt has taken the configuration inputted into optical matrix switch 15b after carrying out wavelength conversion of each wavelength pass by wavelength transducer 14b, it is good also as a configuration which switches each wavelength pass by optical matrix switch 15b, and carries out wavelength conversion of the wavelength pass outputted by wavelength transducer 14b, respectively.

[0066] Thus, the traffic airaid [same] sent out of an area network is collected at the same time it separates the control function corresponding to each network and secures an independence, when the configuration of optical pass cross connect equipment also hierarchizes network configuration two times in connection with hierarchizing two times. Especially more, the wavelength group pass use effectiveness in a backbone can be raised, and the throughput of the whole optical-communication network can be raised.

[0067] Moreover, when the IP router connected to the transceiver section 17 distributes in somewhere else which is not arranged by the same optical pass cross connect equipment 10, for example, is in the same building and is arranged in it, it replaces with the transceiver section 17 and considers as three layered structures using the thing of the same configuration as the backbone corresponding point 73 and the area network corresponding point 74.

[0068]

[Effect of the Invention] As explained above, the optical-communication network of this invention and optical pass cross connect equipment can pull up routing processing capacity sharply by performing routing processing by making into a unit the wavelength group pass which carried out grouping of two or more wavelength pass. Consequently, the transmission cost per one-wave pass is sharply reducible.

[0069] Drawing 17 shows the number of ports of optical pass cross connect equipment, and the relation of wavelength pass need in the optical-communication network of the shape of a grid of 4x9 shown in drawing 5 . A configuration is G=1 conventionally and this invention configurations are G= 4, and 8 and 16 (wavelength numbers of passes which constitute wavelength group pass). For example, in the case of 2000 wavelength pass need, this invention can reduce the number of ports of optical pass cross connect equipment in abbreviation one half by the routing processing of a wavelength group pass unit to the routing processing of each conventional wavelength pass unit.

[0070] In addition, although the number of ports of optical pass cross connect equipment should be conventionally reduced even to one fourth ideally compared with the configuration when wavelength group pass is constituted from wavelength pass of four, when there is not actually sufficient wavelength pass need, the utilization factor of wavelength group pass falls, and it is hard to acquire the reduction effectiveness to ideal value.

</SDO>

[Translation done.]

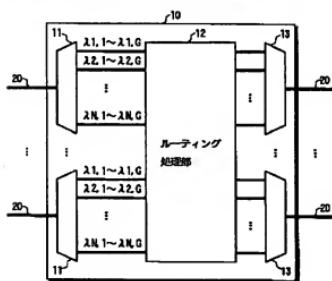
* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

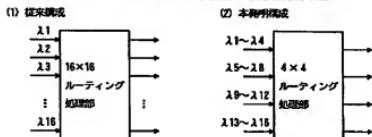
- This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- **** shows the word which can not be translated.
- In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]
本発明の光バスクロスコネクト装置の基本構成

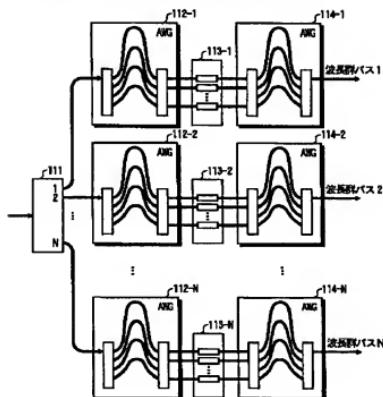
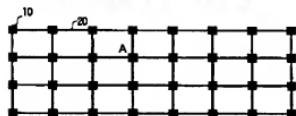
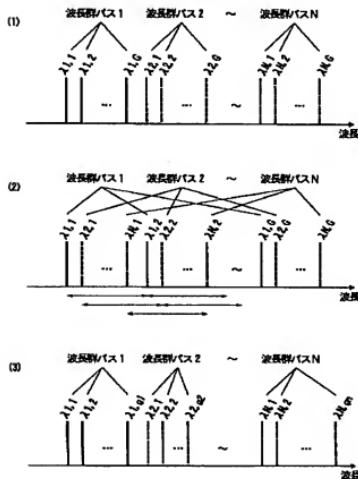


[Drawing 2]
光バスクロスコネクト装置の従来構成と本発明構成の違い



[Drawing 4]

図3(3)の波長配置に対応する分波器11の構成例

[Drawing 5]
本発明の光通信網の第1の実施形態[Drawing 3]
波長群バスの波長配置例

[Drawing 6]

光通信網の従来構成と本発明構成の違い

(1) 従来構成



(2) 本発明構成

[Drawing 7]

波長多重伝送リンク20の構成例

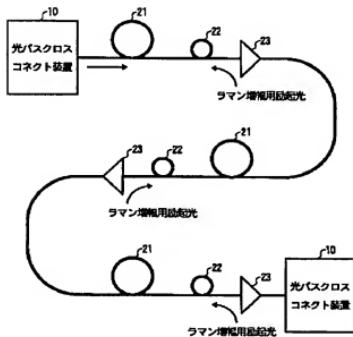
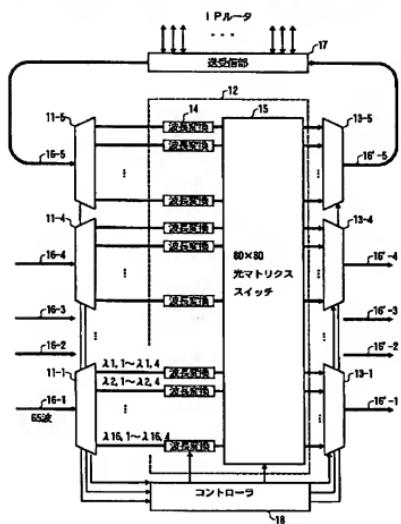
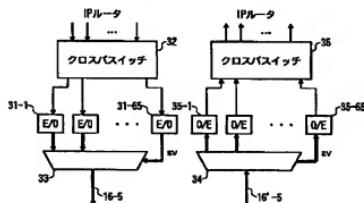
[Drawing 8]

図5のA地点に用いられるラバスクロスコネクト装置10の構成例

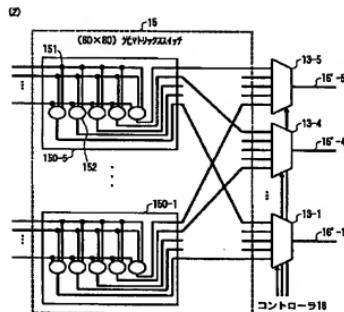
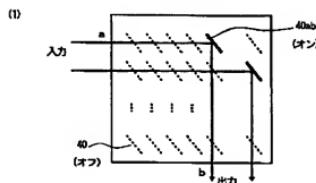


[Drawing 9] 送受信部17の構成例

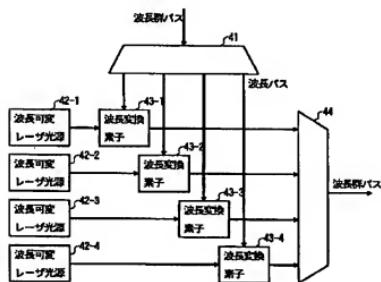


[Drawing 10]

光マトリクススイッチ15の構成例

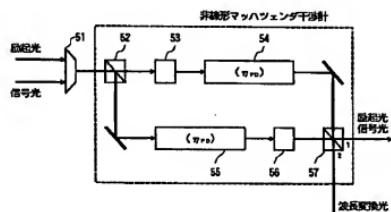


[Drawing 11] 波長変換器14の第1の構成例

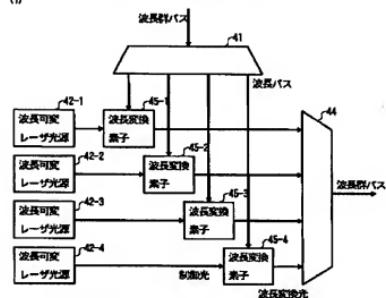


[Drawing 13]

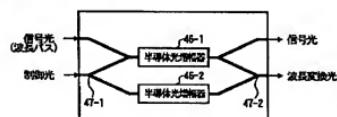
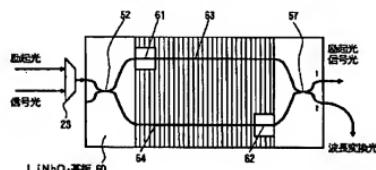
波長変換器14の第3の構成例

[Drawing 12]
波長変換器14の第2の構成例

(1)

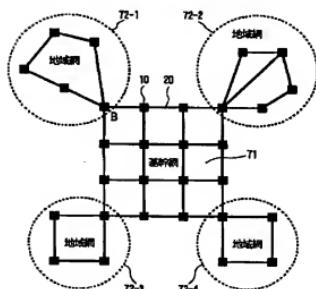


(2) 波長変換量子45の構成例

[Drawing 14]
光分散媒質53, 56と2次の光非線形媒質54, 55の構成例

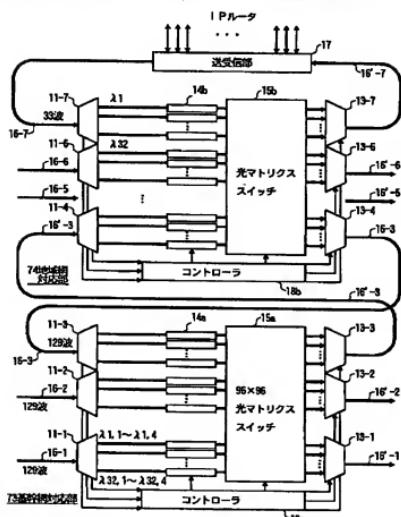
[Drawing 15]

本発明の光通信網の第2の実施形態



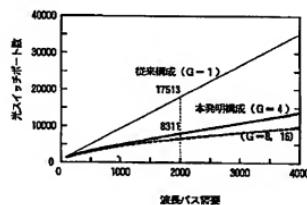
[Drawing 16]

図15aのB地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の構成例



[Drawing 17]

光バスクロスコネクト装置のポート数と波長バス需要の関係



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-262319

(P2002-262319A)

(43)公開日 平成14年9月13日(2002.9.13)

(51)Int.Cl.⁷識別記号
H 0 4 Q 3/52
H 0 4 B 10/02
H 0 4 J 14/00
14/02

F I

H 0 4 Q 3/52
H 0 4 B 9/00テ-マコ-ト(参考)
C 5 K 0 0 2
U 5 K 0 6 9
E

(21)出願番号

特願2001-57191(P2001-57191)

(71)出願人

000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(22)出願日

平成13年3月1日(2001.3.1)

(72)発明者

今宿 真
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者

山浦 錠
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(74)代理人

100072718
弁理士 古谷 史旺

最終頁に統一

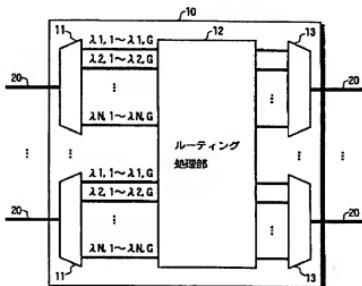
(54)【発明の名称】光通信網および光バスクロスコネクト装置

(57)【要約】

【課題】波長多重伝送リンクを伝送される波長バスがその波長に基づいてルーティング処理される構成において、ルーティング処理能力を高め、全体のコスト増大を抑えながら大容量化を可能とする光通信網、およびその光通信網でルーティング処理を行う光バスクロスコネクト装置を実現する。

【解決手段】複数の光バスクロスコネクト装置とその間を接続する波長多重伝送リンクを備え、波長多重伝送リンクを伝送される波長バスが光バスクロスコネクト装置でその波長に基づいてルーティング処理される光通信網において、光バスクロスコネクト装置は、波長多重伝送リンクの波長バスをG本(Gは2以上の整数)ずつN個(Nは2以上の整数)の波長群バスに分割し、その波長群バスを単位としてルーティング処理を行う構成である。

本発明の光バスクロスコネクト装置の基本構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光バスクロスコネクト装置とその間を接続する波長多重伝送リンクを備え、前記波長多重伝送リンクを伝送される波長バスが前記光バスクロスコネクト装置でその波長に基づいてルーティング処理される光通信網において、

前記光バスクロスコネクト装置は、前記波長多重伝送リンクの波長バスをG本（Gは2以上の整数）ずつN個（Nは2以上の整数）の波長群バスに分割し、その波長群バスを単位としてルーティング処理を行う構成であることを特徴とする光通信網。

【請求項2】 請求項1に記載の光通信網をサブ領域 $1 \sim z$ （zは2以上の整数）に分割し、前記各サブ領域ごとに、ルーティング処理される波長群バスの数N₁, N₂, ..., N_zおよびそれぞれの波長群バスを構成する波長バスの数G₁, G₂, ..., G_zと、各サブ領域間にルーティング処理される波長群バスの数N₀およびその波長群バスを構成する波長バスの数G₀が互いに独立に設定される（N₀～N_zは2以上の整数、G₀～G_zは2以上の整数）ことを特徴とする光通信網。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の光通信網において、

前記N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスの波長を $\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,G}$ 、 $\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,G}$ 、...、 $\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,G}$ としたときに、 $[\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,G}]$ 、 $[\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,G}]$ 、...、 $[\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,G}]$ がそれぞれ波長軸上で連続的に配置されることを特徴とする光通信網。

【請求項4】 請求項1または請求項2に記載の光通信網において、

前記N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスの波長を $\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,G}$ 、 $\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,G}$ 、...、 $\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,G}$ としたときに、 $[\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,G}]$ 、 $[\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,G}]$ 、...、 $[\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,G}]$ がそれぞれ波長軸上で等しい波長間隔に配置され、かつ $[\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,N}, [\lambda_{1,2} \sim \lambda_{1,N}], ..., [\lambda_{1,G} \sim \lambda_{1,N}, [\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,N}, [\lambda_{2,2} \sim \lambda_{2,N}], ..., [\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,N}, [\lambda_{N,2} \sim \lambda_{N,N}], ..., [\lambda_{N,G} \sim \lambda_{N,N}]$ がそれぞれ波長軸上で連続的に配置されることを特徴とする光通信網。

【請求項5】 請求項1または請求項2に記載の光通信網において、

前記N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスは、通信需要に応じてそれぞれ $1 \sim G$ （ $1 \sim G_0, 1 \sim G_1, 1 \sim G_2, \dots, 1 \sim G_z$ ）本の範囲で可変設定されることを特徴とする光通信網。

【請求項6】 請求項5に記載の光通信網において、

前記N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれ $1 \sim G$ （ $1 \sim G_0, 1 \sim G_1, 1 \sim G_2, \dots, 1 \sim G_z$ ）本の波長バスの波長を、 $\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,g_1}$ 、 $\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,g_2}$ 、...、 $\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,g_N}$ としたときに（g₁～g_Nは $1 \sim G$ （ $1 \sim G_0, 1 \sim G_1, 1 \sim G_2, \dots, 1 \sim G_z$ ）の整数）、

$[\lambda_{1,1} \sim \lambda_{1,g_1}], [\lambda_{2,1} \sim \lambda_{2,g_2}], \dots, [\lambda_{N,1} \sim \lambda_{N,g_N}]$ がそれぞれ波長軸上で連続的に配置されることを特徴とする光通信網。

【請求項7】 請求項1または請求項2に記載の光通信網において、

前記波長多重伝送リンクを伝送される光信号の監視単位は、前記ルーティング処理の単位である波長群バスであることを特徴とする光通信網。

【請求項8】 複数の波長多重伝送リンクを伝送される波長バスを入力し、その波長に基づいてルーティング処理し、対応する波長多重伝送リンクに出力する光バスクロスコネクト装置において、

前記各波長多重伝送リンクの波長バスを入力し、それぞれG本（Gは2以上の整数）ずつN個（Nは2以上の整数）の波長群バスに分離する複数の分波器と、前記各波長群バスを単位としてルーティング処理するルーティング処理手段と、

前記ルーティング処理手段でルーティングされた各波長群バスを出力する波長多重伝送リンクごとに合波する複数の合波器とを備えたことを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項9】 請求項8に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記複数の分波器、前記ルーティング処理手段、前記複数の合波器で構成される光バスクロスコネクト処理部を複数備えて階層化し、階層間で一つの分波器との合波器を順次接続し、各階層ごとに残りの分波器および合波器にそれぞれ前記波長多重伝送リンクを接続する構成であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項10】 請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記各階層の光バスクロスコネクト処理部に接続する波長多重伝送リンク数、波長群バス数、波長群バスを構成する波長バスは、それぞれ独立に設定される構成であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項11】 請求項8または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記ルーティング処理手段は、前記各波長群バスを構成する複数の波長バスを波長変換する波長変換器と、波長変換された波長群バスをルーティングする光マトリクスイッチとを備えたことを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項12】 請求項11に記載の光バスクロスコネクト装置において、波長変換器は、前記各波長群バスを構成する複数の波長バスを一括して波長変換する光パラメトリック波長変換器であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項13】 請求項12に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記光パラメトリック波長変換器は、入力された波長バ

3
スおよび雑音光を除去する光フィルタを含むことを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項14】 請求項12に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記光パラメトリック波長変換器は、2入力2出力の第1の光合分波器の2つの出力ポートと、2入力2出力の第2の光合分波器の2つの入力ポートとをそれぞれ接続する2つの光経路に、それぞれ光分散媒質および2次の光非線形媒質を挿入した非線形マッハツェンダ干渉計を備え、

前記第1の光合分波器と前記第2の光合分波器との間に一方の光経路には第1の光分散媒質の次に第1の2次の光非線形媒質を挿入し、他方の光経路には第2の2次の光非線形媒質の次に第2の光分散媒質を挿入し、

前記第1の光合分波器の一方の入力ポートから前記波長群バスを構成する信号光および波長変換光の元となる励起光の合波光を入力し、前記第2の光合分波器の一方の出力ポートから信号光および励起光を出し、他方の出力ポートから入力された波長群バスに対する波長変換された波長群バスを出力する構成であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項15】 請求項1または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記分波器および前記合波器は、周期的な透過波長特性を有するアレイ導波路回折格子型合分波器(AWG)であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【請求項16】 請求項1または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、

前記分波器および前記合波器は、周期的な透過波長特性を有するアレイ導波路回折格子型合分波器(AWG)を2段構成で用い、その間に分波された各波長バスを選択的に透過または遮断する光ゲートスイッチを備えた構成であることを特徴とする光バスクロスコネクト装置。

【発明の詳細な説明】

[00001]

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重伝送リンクを伝送される波長バスがその波長に基づいてルーティング処理される光通信網、およびその光通信網でルーティング処理を行う光バスクロスコネクト装置に関する。

[00002]

【従来の技術】インターネット等のデータ通信トラヒックの増大により、現状ではTbit/sクラス、近い将来には10~100 Tbit/s以上のスループットを有するルーティング処理装置の導入が求められている。現状のルーティング処理装置は、大容量光ファイバ伝送路を介して転送されてきた情報を入力段で電気信号に変換し、転送情報のフレームごとに転送先情報を読み出し、各転送先に対応したアドレスを格納しているルーティングテーブルを参照して経路制御を行い、その経路情報をもとにフォワーディング処理を行っている。そして、バッファリン

グ動作により競合制御した上で、電気信号を光信号に変換して次段の光ファイバ伝送路に送出している。

【00003】このような手順に従って処理する従来のルーティング処理装置では、転送情報のフレーム構造の変更が困難であり、ユーザのニーズに対応して多様なサービスを提供することが本質的に難しい。

【00004】さらに、処理速度の高速化を図るには、電気的な処理を実行するLSI回路の高速化と並列度の増大が求められる。特に、最近のデータ通信トラヒックの増大は、LSI回路の高速化の進捗状況を凌駕する勢いで進んでおり、そのため並列度の増大すなわちルーティング処理装置のスイッチ方路の増大が避けられなくなっている。しかし、並列度の増大は、実装等のハードウェアの課題のみならず、転送処理効率の低下も招くので、期待されるほどの効果を得にくい状況にある。

【00005】このような問題を解決する手段として、転送される光信号の波長をルーティング情報として利用する光バスクロスコネクト(OPXC)がある。この光バスクロスコネクトでは、入力光信号は波長チャネル単位で空間的に分離し、各波長チャネルごとにスイッチング処理を行う。すなわち、光ファイバ伝送路を介して伝送されてきた光信号を電気信号に変換することなく処理するので、装置規模の削減と大容量化に対して有利になっている。

[00006]

【発明が解決しようとする課題】ところで、光バスクロスコネクト装置には、波長チャネル数に比例した数の波長変換素子と、波長チャネル数の二乗に比例した規模の光マトリクススイッチが要求される。また、光マトリクススイッチの大規模化では、スイッチ製作技術の一貫性を高めるのと同時に、低損失化が要求される。しかし、現状では、光スイッチの単価が電気スイッチよりも大幅に高価であり、光マトリクススイッチの規模増大は光バスクロスコネクト装置のコストメトリックを損なう問題がある。

【00007】本発明は、波長多重伝送リンクを伝送される波長バスがその波長に基づいてルーティング処理される構成において、ルーティング処理能力を高め、全体のコスト増大を抑えながら大容量化を可能とする光通信網、およびその光通信網でルーティング処理を行う光バスクロスコネクト装置を提供することを目的とする。

[00008]

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、複数の光バスクロスコネクト装置とその間を接続する波長多重伝送リンクを備え、波長多重伝送リンクを伝送される波長バスが光バスクロスコネクト装置でその波長に基づいてルーティング処理される光通信網において、光バスクロスコネクト装置は、波長多重伝送リンクの波長バスをG本(Gは2以上の整数)ずつN個(Nは2以上の整数)の波長群バスに分割し、その波長群バス

を単位としてルーティング処理を行う構成である。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光通信網をサブ領域1～z（zは2以上の整数）に分割し、各サブ領域ごとに、ルーティング処理される波長群バスを構成する波長バスの数N₁,N₂,…,N_zおよびそれぞれの波長群バスを構成する波長バスの数G₁,G₂,…,G_zと、各サブ領域間でルーティング処理される波長群バスの数N₀およびその波長群バスを構成する波長バスの数G₀が互いに独立に設定される（N₀～N_zは2以上の整数、G₀～G_zは2以上の整数）。これにより、各サブ領域ごとのトラヒック需要に応じた光通信網を設計できるとともに、波長多重伝送リンクおよび光バスクロスコネクト装置内の有限な光周波数資源の利用効率を高めることができると。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の光通信網において、N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスの波長をλ_{1,1}～λ_{1,G}、λ_{2,1}～λ_{2,G}、…、λ_{N,1}～λ_{N,G}としたときに、[λ_{1,1}～λ_{1,G}]、[λ_{2,1}～λ_{2,G}]、…、[λ_{N,1}～λ_{N,G}]がそれぞれ波長軸上で連続的に配置される。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の光通信網において、N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスの波長をλ_{1,1}～λ_{1,G}、λ_{2,1}～λ_{2,G}、…、λ_{N,1}～λ_{N,G}としたときに、[λ_{1,1}～λ_{1,G}]、[λ_{2,1}～λ_{2,G}]、…、[λ_{N,1}～λ_{N,G}]がそれぞれ波長軸上で等しい波長間隔に配置され、かつ[λ_{1,1}～λ_{N,1}]、[λ_{1,2}～λ_{N,2}]、…、[λ_{1,G}～λ_{N,G}]がそれぞれ波長軸上で連続的に配置される。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の光通信網において、N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれG（G₀～G_z）本の波長バスは、通信需要に応じてそれぞれ1～G（1～G₀、1～G₁、1～G₂、…、1～G_z）本の範囲で可変設定される。これにより、各対地間の通信需要に応じて柔軟に通信帯域幅を融通できる。その結果、有限な光周波数資源の利用効率を高めることができる。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の光通信網において、N（N₀～N_z）個の波長群バスを構成するそれぞれ1～G（1～G₀、1～G₁、1～G₂、…、1～G_z）本の波長バスの波長を、λ_{1,1}～λ_{1,q}、λ_{2,1}～λ_{2,q2}、…、λ_{N,1}～λ_{N,qn}としたときに（g₁～g_nは1～G（1～G₀、1～G₁、1～G₂、…、1～G_z）の整数）、[λ_{1,1}～λ_{1,q1}]、[λ_{2,1}～λ_{2,q2}]、…、[λ_{N,1}～λ_{N,qn}]がそれぞれ波長軸上で連続的に配置される。これにより、ルーティング処理単位である波長群バスを構成する複数の波長バスを一括して波長変換するなどの処理が容易になり、かつ合分波器の構成も容易になる。

【0014】請求項7に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の光通信網において、波長多重伝送リンクを伝送される光信号の監視単位は、ルーティング処理の単位である波長群バスとする。これにより、ルーティング処理単位と監視単位が同一となり、ネットワークの障害検知と再構成のオペレーションを簡略化することができる。さらに、ルーティング処理単位に監視することにより、各波長バス単位で監視を行う場合に比べて監視装置の規模削減が可能となる。

【0015】請求項8に記載の発明は、複数の波長多重伝送リンクを伝送される波長バスを入力し、その波長に基づいてルーティング処理し、対応する波長多重伝送リンクに突出する光バスクロスコネクト装置において、各波長多重伝送リンクの波長バスを入力し、それぞれG本（Gは2以上の整数）ずつN個（Nは2以上の整数）の波長群バスに分離する複数の分波器と、各波長群バスを単位としてルーティング処理するルーティング処理手段と、ルーティング処理手段でルーティングされた各波長群バスを突出する波長多重伝送リンクごとに合波する複数の合波器とを備えて構成される。

【0016】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の光バスクロスコネクト装置において、複数の分波器、ルーティング処理手段、複数の合波器で構成される光バスクロスコネクト処理部を複数備えて階層化し、階層間で一つの分波器と一つの合波器を順次接続し、各階層ごとに残りの分波器および合波器にそれぞれ波長多重伝送リンクを接続する構成である。

【0017】請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、各階層の光バスクロスコネクト処理部に接続する波長多重伝送リンク、波長群バス、波長群バスを構成する波長バスは、それぞれ独立に設定される構成である。

【0018】請求項11に記載の発明は、請求項8または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、ルーティング処理手段は、波長群バスを構成する複数の波長バスを波長変換する波長変換器と、波長変換された波長群バスをルーティングする光マトリクスイッチチとを備える。

【0019】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の光バスクロスコネクト装置において、波長変換器は、波長群バスを構成する複数の波長バスを一括して波長変換する光バラメトリック波長変換器である。

【0020】請求項13に記載の発明は、請求項12に記載の光バスクロスコネクト装置において、光バラメトリック波長変換器は、入力された波長バスおよび雜音光を除去する光フィルタを含む。

【0021】請求項14に記載の発明は、請求項12に記載の光バスクロスコネクト装置において、光バラメトリック波長変換器は、2入力2出力の第1の光合分波器の2つの出力ポートと、2入力2出力の第2の光合分

波器の2つの入力ポートとをそれぞれ接続する2つの光経路に、それぞれ光分散媒質および2次の光非線形媒質を挿入した非線形マッハツェンダ干渉計を備え、第1の光合分波器と第2の光合分波器との間の一方向の光経路には第1の光分散媒質の次に第1の2次の光非線形媒質を挿入し、他方の光経路には第2の2次の光非線形媒質の次に第2の光分散媒質を挿入し、第1の光合分波器の一方の入力ポートから波長群バスを構成する信号光および波長変換光の元となる励起光の合波光を入力し、第2の光合分波器の一方の出力ポートから信号光および励起光を出し、他方の出力ポートから入力された波長群バスに対する波長変換された波長群バスを出力する構成である。

【0022】請求項1に記載の発明は、請求項8または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、分波器および合波器は、周期的な透過波長特性を有するアレイ導波路回折格子型合波器(AWG)である。

【0023】請求項16に記載の発明は、請求項8または請求項9に記載の光バスクロスコネクト装置において、分波器および合波器は、周期的な透過波長特性を有するアレイ導波路回折格子型合波器(AWG)を2段構成で用い、その間に分波された各波長バスを選択的に透過または遮断する光ゲートスイッチを備えた構成である。

【0024】

【発明の実施の形態】(光バスクロスコネクト装置の基本構成)図1は、本発明の光バスクロスコネクト装置の基本構成を示す。図において、光バスクロスコネクト装置10には複数の波長多重伝送リンク20が接続される。光バスクロスコネクト装置10は、各波長多重伝送リンク20の波長バスをG本(Gは2以上の整数)ずつN個(Nは2以上の整数)の波長群バスに分離する分波器11と、その波長群バスを単位としてルーティング処理を行うルーティング処理部12と、各波長多重伝送リンク20に出力する波長群バスを合波する合波器13により構成される。

【0025】光バスクロスコネクト装置の従来構成と本発明構成の違いを図2に示す。従来構成では波長バス単位でルーティング処理を行っていたために、例えば16本の波長バスをルーティングするために 16×16 のルーティング処理部が必要であった。一方、本発明構成では複数の波長バスをグループ化した波長群バス単位でルーティング処理を行うので、4本の波長バスで波長群バスが構成されるとすると、16本の波長バスをルーティングするために 4×4 のルーティング処理部で対応することができる。ルーティング処理部12は、後述するように波長変換器と光マトリクススイッチで構成されるので、ルーティング処理単位を波長群バスとすることにより、回路規模を大幅に低減することができる。

【0026】ここで、各波長群バスを構成する波長バスの波長を $[\lambda_1, 1 \sim \lambda_1, G]$ 、 $[\lambda_2, 1 \sim \lambda_2, G]$ 、 \dots 、 $[\lambda_N, 1 \sim \lambda_N, G]$ と表す。なお、波長 λ_i, j の*i*は属する波長群の番号1～Nを示し、*j*は波長番号1～Gを示す。

【0027】図3は、波長群バスの波長配置例を示す。図3(1)に示す波長配置例では、波長群バス1～Nを構成する波長バスの波長 $[\lambda_1, 1 \sim \lambda_1, G]$ 、 $[\lambda_2, 1 \sim \lambda_2, G]$ 、 \dots 、 $[\lambda_N, 1 \sim \lambda_N, G]$ は、それぞれ波長軸上で連続的に配置される。

【0028】図3(2)に示す波長配置例では、波長群バス1～Nを構成する波長バスの波長 $[\lambda_1, 1 \sim \lambda_1, G]$ 、 $[\lambda_2, 1 \sim \lambda_2, G]$ 、 \dots 、 $[\lambda_N, 1 \sim \lambda_N, G]$ は、それぞれ

波長軸上で等しい波長間隔に配置され、かつ $[\lambda_1, 1 \sim \lambda_1, N]$ 、 $[\lambda_2, 1 \sim \lambda_2, N]$ 、 \dots 、 $[\lambda_G, 1 \sim \lambda_G, N]$ がそれぞれ波長軸上で連続的に配置される。このような波長群バスの合波波を行なう分波器11および合波器13としては、例えば周期的な合波波特性を有するアレイ導波路回折格子型合波分波器(AWG)を用いることができる。

【0029】図3(3)に示す波長配置例は、各波長群バスを構成する波長バス数が1～G本の範囲で可変設定される例である。波長群バス1～Nを構成する波長バスの波長 $[\lambda_1, 1 \sim \lambda_1, g_1]$ 、 $[\lambda_2, 1 \sim \lambda_2, g_2]$ 、 \dots 、 $[\lambda_N, 1 \sim \lambda_N, g_N]$ は、それぞれ波長軸上で連続的に配置される。ただし、 $g_1 \sim g_N$ は1～G本の範囲の整数である。このような波長群バスの合波波を行なう分波器11および合波器13としては、2つのAWGとオン／オフ動作する光ゲートスイッチを用いて構成することができる。その構成例を図4に示す。

【0030】図4において、分波器11は、波長多重伝送リンク20の波長多重信号光をN分岐する光スターカプラ11と、N分岐された各波長多重信号光を分波する分波器としてのAWG112-1～112-Nと、各AWGの出力ごとに分波された各波長バスを個別にオン／オフする光ゲートスイッチ群113-1～113-1-Nと、各光ゲートスイッチ群から出力される波長バスを合波する合波器としてのAWG114-1～114-Nにより構成される。この光ゲートスイッチ群でオンとなる波長バスに応じて、図3(3)に示すように各波長群バスを構成する波長バスを可変設定することができる。合波器13は、図4の配置を逆にした構成により実現できる。

【0031】(光通信網の第1の実施形態)図5は、本発明の光通信網の第1の実施形態を示す。図において、本実施形態の光通信網は、36個の光バスクロスコネクト装置10と、それらを接続する59本の波長多重伝送リンク20から構成され、光バスクロスコネクト装置10で波長群バスを単位としてルーティング処理が行われる。

【0032】光通信網の従来構成と本発明構成の違いを

図6に示す。従来構成では波長バス単位でルーティング処理を行っていたために、同一の対地(1Pルータ)に転送される複数の波長バスでもそれ個別に扱う必要があった。一方、本発明構成では、波長群バス単位でルーティング処理を行うので、同一の対地(1Pルータ)に転送される複数の波長バスをグループ化し、一括してルーティング処理することができる。

[0033] 本発明構成において、例えば、波長多重伝送リンク20の波長バス数は65、各波長バスの光周波数間隔は50GHz(波長間隔約0.4nm)で波長は1530~1560nmのCバンドに配置され、信号速度は10Gbit/sおよび2.5Gbit/sとする。ここで、4本の波長バスで1つのルーティング処理単位である波長群バスを構成すると、16個の波長群バスが構成され、残り1つの波長バスが各波長群バス単位の信号品質情報や、光バスクロスコネクト装置や中継装置などの監視制御情報を有する監視信号チャネルとして用いられる。

[0034] 図7は、波長多重伝送リンク20の構成例を示す。図において、波長多重伝送リンク20では、波長多重伝送において問題となる各波長バスの自己相変調および各波長バス間の四光波混合を抑圧するために、伝送光ファイバの非線形性を抑圧したアコ拡大ファイバ21と、アコ拡大ファイバ21の分散および分散スロープを補償した分散补偿ファイバ22で1つの伝送区間を構成し、各伝送区間を光ファイバの損失を補償する光ファイバ増幅器23を介して接続した構成である。例えば、波長多重伝送リンク20が3~4km伝送区间で構成され、1つの伝送区間に80kmとすれば、240~360kmの間隔で光バスクロスコネクト装置10が配置されることになる。

[0035] なお、光ファイバ増幅器23としては、エルビウム添加光ファイバを用いた光増幅器と、伝送光ファイバ自身を光増幅媒体として用いるラマン光増幅手段が用いられる。

[0036] 図8は、図5の光通信網のA地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の構成例を示す。図において、A地点の光バスクロスコネクト装置10では、隣接する4つの光バスクロスコネクト装置からの波長多重伝送リンク20となる4本の光ファイバ16-1~16-4(16'-1~16'-4)を介してそれぞれ64本の波長バスと監視用の1本の波長バス(合計65本)を収容し、自装置の送受信部17からアドロップ用の光ファイバ16-5(16'-5)を介して64本の波長バスと監視用の1本の波長バス(合計65本)を収容する。

[0037] 各光ファイバ16-1~16-5が接続される入力ポートには、波長群バス単位に分離する分波器11-1~11-4は、光ファイバ16-1~16-4から入力する各64本の波長バスを4本ずつ各16個の波長群バスに分離

し、分波器11-5は光ファイバ16-5から入力する送信用の64本の波長バスを4本ずつ16個の波長群バスに分離する。例えば、分波器11-1で分離される各波長群バスの波長バスの波長は、 $[\lambda 1,1 \sim \lambda 1,4]$ 、 $[\lambda 2,1 \sim \lambda 2,4]$ 、…、 $[\lambda 16,1 \sim \lambda 16,4]$ となる。

[0038] 分波器11-1~11-5でそれぞれ16個に分離された合計80個の波長群バスは、波長変換器14および80×800光マトリクススイッチ15から構成されるルーティング処理部12に入力され、必要な波長変換およびルーティング処理が行われる。光マトリクススイッチ15の出力は、合波器13-1~13-5でそれぞれ16個の波長群バスごとに合波され、出力ポートから光ファイバ16'-1~16'-5に输出される。光ファイバ16'-1~16'-4にはそれぞれ64本(合計256本)の波長バスが输出され、光ファイバ16'-5には受信用の64本の波長バスが输出される。

[0039] また、分波器11-1~11-5で分離される監視信号チャネルの波長バスはコントローラ18に入力される。コントローラ18は、この監視信号チャネルにより送達された制御情報に応じて、各波長変換器14の変換波長および光マトリクススイッチ15の動作を制御する。また、コントローラ18は、各波長群バスの新たな制御情報をせた監視信号チャネルを生成し、合波器13-1~13-5に入力して合波する。

[0040] なお、本実施形態に示すルーティング処理部12は、波長変換器14で各波長群バスを波長変換した後に光マトリクススイッチ15に入力する構成をとっているが、各波長群バスを光マトリクススイッチ15でスイッチングし、出力される波長群バスを波長変換器14でそれぞれ波長変換する構成としてもよい。

[0041] 図9は、送受信部17の構成例を示す。図において、送受信部17は、各1Pルータから出力された電気信号を光信号に変換する電気光変換器(E/O)31-1~31-65と、各電気信号を転送先に対応した波長の電気光変換器に接続するクロスバスイッチ32と、各波長の光信号を合波して光ファイバ16-5に出力する合波器33と、光ファイバ16'-5から入力する光波長多重信号を各波長の光信号に分離する分波器34と、各光信号を電気信号に変換する光電気変換器(O/E)35-1~35-65と、各電気信号を受信先の1Pルータに接続するクロスバスイッチ36により構成される。

[0042] 図10は、光マトリクススイッチ15の構成例を示す。図10(1)は第1の構成例、図10(2)は第2の構成例を示す。図10(1)において、光マトリクススイッチ15は、80×800のメカニカルに動作する反射鏡スイッチ40で構成される。この反射鏡スイッチ40は、図8に示すコントローラ18によって制御される。例えば、ポートaの波長群バスをポートbに输出するには、そのマトリクスの交点となる反射鏡スイッチ40a

bのみをオン状態とし、その行・列にある反射鏡スイッチをオフ状態に制御する。

[0043] 図10(2)において、光マトリクススイッチ15は、波長群バス単位でルーティングする 16×5 の光スイッチ150-1～150-5とメッシュ配線により実現したものである。 80×80 の光マトリクススイッチ15を用いる場合には、合波器13-1～13-5で各光ファイバに出力する波長群バスを合波しているが、本構成では 16×5 の光スイッチ150-1～150-5内で各光ファイバに出力する波長群バスをルーティングおよび合波する構成になっている。すなわち、 16×5 の光スイッチ150-1～150-5は、 1×2 光スイッチ151を介して 16×5 のマトリクス配線を行い、合波器152で各光ファイバに対応に合波する構成である。これにより、合波器13-1～13-5の入力ポート数は16から5に減っている。

[0044] (波長変換器14の構成例) 図11は、波長変換器14の第1の構成例を示す。図において、波長変換器14は、入力される波長群バスを4つの波長バスに分離する分波器41と、変換波長に設定される波長可変レーザ光源42-1～42-4と、各波長バスを電気信号に変換し、その電気信号で各波長可変レーザ光源の出力光を調節する波長変換素子43-1～43-4と、各波長変換光を合波して波長群バスとして出力する合波器44により構成される。

[0045] 図12は、波長変換器14の第2の構成例を示す。図において、波長変換器14は、入力される波長群バスを4つの波長バスに分離する分波器41と、変換波長に設定される波長可変レーザ光源42-1～42-4と、各波長バスで各波長可変レーザ光源の出力光を直接変調する波長変換素子45-1～45-4と、各波長変換光を合波して波長群バスとして出力する合波器44により構成される。

[0046] ここに用いる波長変換素子45としては、図12(2)に示すマッハツエンダ干涉計構成の半導体光増幅器46-1、46-2が用いられる。波長可変レーザ光源42-2から出力される制御光は、一方の光カプラ47-1で2分岐して半導体光増幅器46-1、46-2に入力され、他方の光カプラ47-2で結合して出力される。ここで、信号光(波長バス)を一方の半導体光増幅器46-1に入力すると屈折率が変化し、通過する制御光の位相が変化する。そのため、光カプラ47-2で結合される各制御光の位相が異なり、位相変化が強度変化となって現れる。すなわち、信号光の情報が制御光に乗せられ、信号光の波長から制御光の波長への波長変換となる。このような構成の波長変換素子45は、電気回路および電気素子を含まないので高速動作が可能である。

る。

[0047] なお、この波長変換素子45は、半導体光増幅器のクロスフェイズ変調を用いた構成であり、信号光と波長変換光を異なる波長に分離して出力することができる。一方、半導体光増幅器のクロスゲイン変調を用いた構成とする場合には、波長変換光から信号光や雜音光を分離する光フィルタを用いる。

[0048] 図13は、波長変換器14の第3の構成例を示す。本構成の特徴は、波長群バスを各波長バスに分離することなく、波長群バスの各波長バスを一括して波長変換する光バラメトリック波長変換器(参照：特願2000-30493号)を用いたところにある。これにより、光マトリクススイッチ15のみならず、波長変換器14についても波長群バス単位に集約することができます。光バスクロスコネクト装置の構成を簡単にすることができる。ここでは、波長変換の対象となる波長群バスを信号光といい、波長変換光のもとになる光を励起光といいう。

[0049] 図において、波長変換器14は、内部の2つの光経路にそれぞれ光分散媒質と2次の光非線形媒質を有する非線形マッハツエンダ干渉計により構成される。ただし、2つの光経路では、光分散媒質と2次の光非線形媒質の順番が逆になる。

[0050] 信号光と励起光はWDMカブラー51で合波され、その合波光が光合分波器52の一方の入力ポートから入力され、2つの光経路に分歧される。一方の光経路に分歧された合波光は、最初に光分散媒質53に入力され、次に2次の光非線形媒質54に入力される。他方の光経路に分歧された合波光は、最初に2次の光非線形媒質55に入力され、次に光分散媒質56に入力される。2次の光非線形媒質54、55で発生する波長変換光と、2つの光経路を通過する信号光および励起光は光合分波器57で合波され、一方の出力ポートに信号光および励起光が取出され、他方の出力ポートに波長変換光が取出される。

[0051] 図14は、光分散媒質53、56と2次の光非線形媒質54、55の構成例を示す。ここでは、LiNbO₃基板60上に、光分散媒質53、56として非疑似位相整合LiNbO₃、導波路61、62と、2次の光非線形媒質54、55として疑似位相整合LiNbO₃、導波路63、64とをモリシックに構成する。疑似位相整合LiNbO₃、導波路63、64は、LiNbO₃基板60に製作時の電圧印加により所定の間隔で分極反転領域を形成し、かつチタン(Ti)を拡散させて2本のLiNbO₃導波路を形成する。一方、通常のLiNbO₃導波路では励起光と信号光間で伝播係数が大きく異なるが、この性質を光分散媒質として利用し、非疑似位相整合LiNbO₃、導波路61、62として用いたものである。これにより、光分散媒質と光非線形媒質を集積化することができる。

【0052】(光通信網の第2の実施形態)図15は、本発明の光通信網の第2の実施形態を示す。図において、本実施形態の光通信網は、基幹網71と地域網72-1~72-4に分離された2階層のネットワーク構造になっている。基幹網71は、16個の光バスクロスコネクト装置10と、それらを接続する波長多重伝送リンク20から構成され、波長群バスを単位してルーティング処理が行われる。

【0053】例えば、波長多重伝送リンク20の波長バス数は129、各波長バスの光周波数間隔は50GHz(波長間隔約0.4nm)で波長は1530~1580nmのCバンドおよびSバンドに配置され、信号速度は10Gbit/sおよび2.5Gbit/sとする。ここで、4本の波長バスで1つのルーティング処理単位である波長群バスを構成すると、32個の波長群バスが構成され、残り1本の波長バスが各波長群バス単位の信号品質情報や、光バスクロスコネクト装置や中継装置などの監視制御情報を有する監視信号チャネルとして用いられる。

【0054】各地域網72-1~72-4は、それぞれの地域事情に合わせてリング、メッシュ、スター等の多様なネットワークトポロジーが採用される。ここでは、地域網の各光バスクロスコネクト装置に、従来型の波長バス単位でルーティング処理を行うもの用い、波長多重伝送リンク20の波長バス数は32とする。なお、地域網で波長群バス単位のルーティング処理を行う場合も同様である。

【0055】図16は、図15の光通信網のB地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の構成例を示す。図において、基幹網71と地域網72-1を接続するB地点の光バスクロスコネクト装置10は、光通信網の2階層構成に合わせて基幹網対応部73と地域網対応部74の2階層になっている。

【0056】基幹網対応部73では、隣接する2つの光バスクロスコネクト装置から2本の光ファイバ16-1、16-2(16'-1、16'-2)を介してそれぞれ129本の波長バスを収容し、地域網対応部74から光ファイバ16-3(16'-3)を介して最大129本の波長バスを収容する。

【0057】各光ファイバ16-1~16-3が接続される入力ポートには、波長群バス単位に分離する分波器11-1~11-3が接続される。分波器11-1、11-2は、光ファイバ16-1、16-2の各128本の波長バスを4本ずつ各32個の波長群バスに分離し、分波器11-3は光ファイバ16-3の最大128本の波長バスを4本ずつ最大32個の波長群バスに分離する。例えば、分波器11-1で分離される各波長群バスの波長バスの波長は、[λ1,1~λ1,4]、[λ2,1~λ2,4]、…、[λ32,1~λ32,4]となる。

【0058】分波器11-1~11-3でそれぞれ32個に分離された合計96個の波長群バスは、波長変換器14

aおよび96×96の光マトリクススイッチ15aから構成されるルーティング処理部12aに入力され、必要な波長変換およびルーティング処理が行われる。光マトリクススイッチ15aの出力は、合波器13-1~13-3でそれぞれ32個の波長群バスごとに合波され、出力ポートから光ファイバ16'-1~16'-3に出力される。光ファイバ16'-1、16'-2にはそれぞれ128本(合計256本)の波長バスが出力され、光ファイバ16'-3には地域網対応部74に対して最大128本の波長バスが出力される。

【0059】また、分波器11-1~11-3で分離される監視信号チャネルの波長バスはコントローラ18aに入力される。コントローラ18aは、この監視信号チャネルにより伝送された制御情報に応じて、各波長変換器14aの変換波長および光マトリクススイッチ15aの動作を制御する。また、コントローラ18aは、各波長群バスの新たな制御情報を生成し、合波器13-1~13-3に入力して合波する。

【0060】地域網対応部74では、基幹網対応部73から光ファイバ16-3(16'-3)を介して最大128本の波長バスを収容し、隣接する2つの光バスクロスコネクト装置から2本の光ファイバ16-5、16-6(16'-5、16'-6)を介してそれぞれ32本の波長バスを収容し、自装置の送受信部17からアドドロップ用の光ファイバ16-7(16'-7)を介して32本の波長バスを収容する。

【0061】光ファイバ16'-3、16-5~16-7が接続される入力ポートには、波長バス単位に分離する分波器11-4~11-7が接続される。分波器11-4は、光ファイバ16'-3の最大128本の波長バスを分離し、分波器11-5~11-7は、光ファイバ16-5~16-7の各32本の波長バスを分離する。

【0062】分波器11-4で最大128本に分離された波長バスと分波器11-5~11-7でそれぞれ32本に分離された合計96本の波長バスは、波長変換器14bおよび光マトリクススイッチ15bから構成されるルーティング処理部12bに入力され、必要な波長変換およびルーティング処理が行われる。光マトリクススイッチ15bの出力は、合波器13-4~13-7でそれぞれ波長バスが合波され、出力ポートから光ファイバ16-3、16'-5~16'-7に出力される。光ファイバ16-3には最大128本の波長バスが出力され、光ファイバ16'-5、16'-6にはそれぞれ32本(合計64本)の波長バスが出力され、光ファイバ16'-7には受信用に32本の波長バスが出力される。

【0063】また、分波器11-4~11-7で分離される監視信号チャネルの波長バスはコントローラ18bに入力される。コントローラ18bは、この監視信号チャネルにより伝送された制御情報に応じて、各波長変換

(9)

特開2002-262319

16

器14bの変換波長および光マトリクススイッチ15bの動作を制御する。また、コントローラ18bは、各波長群バスの新たな制御情報をせた監視信号チャネルを生成し、合波器13-4～13-7に入力して合波する。

【0064】本構成の波長変換器14a、14bには、図11～図13の各波長変換器を用いることができる。本構成の光マトリクススイッチ15a、15bには、図8に示す光マトリクススイッチを用いることができる。本構成の送受信部17には、図9に示す送受信部を用いることができる。

【0065】なお、本実施形態に示すルーティング処理部12aは、波長変換器14aで各波長群バスを波長変換した後に光マトリクススイッチ15aに入力する構成をとっているが、各波長群バスを光マトリクススイッチ15aでスイッティングし、出力される波長群バスを波長変換器14aでそれぞれ波長変換する構成としてもよい。また、本実施形態に示すルーティング処理部12bは、波長変換器14bで各波長バスを波長変換した後に光マトリクススイッチ15bに入力する構成をとっているが、各波長バスを光マトリクススイッチ15bでスイッティングし、出力される波長バスを波長変換器14bでそれぞれ波長変換する構成としてもよい。

【0066】このように、ネットワーク構成を2階層化するのに伴い、光バスクロスコネクト装置の構成を2階層化することにより、各ネットワークに対応する制御機能を分離し独立性を確保すると同時に、地域網内から発信される同一対地へのトラヒックを集約する。ことにより、基幹網内の波長群バス利用効率を高めることができ、光通信網全体のスループットを高めることができる。

【0067】また、送受信部17に接続される1Pルータが、同一の光バスクロスコネクト装置10に配備されるのではなく、例えば同一の建物内にある別の場所に分散して配備される場合には、送受信部17に代えて基幹網対応部7.3および地域網対応部7.4と同様の構成のものを用い、3階層構造とする。

【0068】【発明の効果】以上説明したように、本発明の光通信網および光バスクロスコネクト装置は、複数の波長バスをグループ化した波長群バスを単位としてルーティング処理を行うことにより、ルーティング処理能力を大幅に引き上ることができます。その結果、1波長バスあたりの伝送コストを大幅に削減することができる。

【0069】図17は、図5に示す4×9の格子状の光通信網において、光バスクロスコネクト装置のポート数と波長バス需要の関係を示す。従来構成はG=1であり、本発明構成はG=4、8、16(波長群バスを構成する波長バス数)である。例えば、波長バス需要200本の場合、従来の各波長バス単位のルーティング処理に対し

て、本発明は波長群バス単位のルーティング処理により光バスクロスコネクト装置のポート数を約半分に削減することができる。

【0070】なお、4本の波長バスで波長群バスを構成した場合には、光バスクロスコネクト装置のポート数は従来構成に比べて理想的には1/4にまで削減されるはずであるが、現実には十分な波長バス需要がないときに波長群バスの利用率が低下し、理想値まで削減効果は得にくい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光バスクロスコネクト装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】光バスクロスコネクト装置の従来構成と本発明構成の違いを説明する図。

【図3】波長群バスの波長配置例を示す図。

【図4】図3(3)の波長配置に対応する分波器11の構成例を示すブロック図。

【図5】本発明の光通信網の第1の実施形態を示すブロック図。

【図6】光通信網の従来構成と本発明構成の違いを説明する図。

【図7】波長多重伝送リンク20の構成例を示すブロック図。

【図8】図5のA地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の構成例を示すブロック図。

【図9】送受信部17の構成例を示すブロック図。

【図10】光マトリクススイッチ15の構成例を示すブロック図。

【図11】波長変換器14の第1の構成例を示すブロック図。

【図12】波長変換器14の第2の構成例を示すブロック図。

【図13】波長変換器14の第3の構成例を示すブロック図。

【図14】光分散媒質5.3、5.6と2次の光非線形媒質5.4、5.5の構成例を示す図。

【図15】本発明の光通信網の第2の実施形態を示すブロック図。

【図16】図15のB地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の構成例を示すブロック図。

【図17】光バスクロスコネクト装置のポート数と波長バス需要の関係を示す図。

【符号の説明】

10 光バスクロスコネクト装置

11 分波器

12 ルーティング処理部

13 合波器

14 波長変換器

15 光マトリクススイッチ

16 光ファイバ

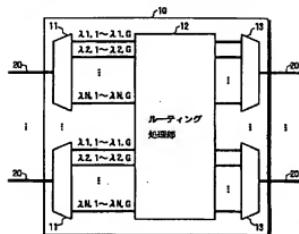
50

- 1 7 送受信部
 1 8 コントローラ
 2 0 波長多重伝送リンク
 2 1 コア拡大ファイバ
 2 2 分散補償ファイバ
 2 3 光ファイバ増幅器
 3 1 電気光変換器（E/O）
 3 2, 3 6 クロスパスイッチ
 3 3 合波器
 3 4 分波器
 3 5 光電気変換器（O/E）
 4 0 反射鏡スイッチ
 4 1 分波器
 4 2 波長可変レーザ光源
 4 3, 4 5 波長変換素子
 4 4 合波器

- * 4 6 半導体光増幅器
 4 7 光カプラ
 5 1 WDMカプラ
 5 2, 5 7 光合分波器
 5 3, 5 6 光分散媒質
 5 4, 5 5 2次の光非線形媒質
 6 0 LiNbO₃基板
 6 1, 6 2 非疑似位相整合LiNbO₃導波路
 6 3, 6 4 疑似位相整合LiNbO₃導波路
 10 7 1 基幹網
 7 2 地域網
 7 3 基幹網対応部
 7 4 地域網対応部
 1 1 1 光スタークアプラ
 1 1 2, 1 1 4 AWG
 * 1 1 3 光ゲートスイッチ群

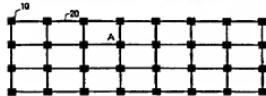
【図1】

本発明の光バスクロスコネクト装置の基本構成



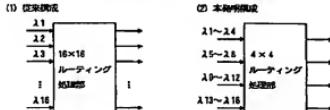
【図5】

本発明の光通信網の第1の実施形態



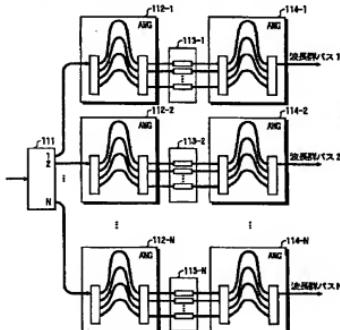
【図2】

光バスクロスコネクト装置の従来構成と本発明構成の違い



【図4】

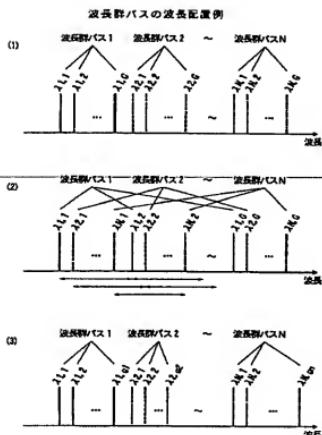
図3(3)の波長配置に対応する分波器11の構成例



(11)

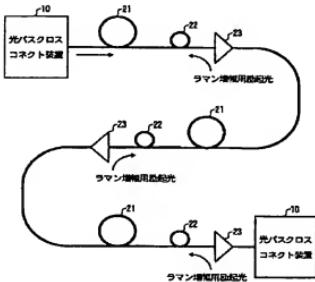
特開2002-262319

〔図3〕



〔图7〕

波長多層伝送リンク20の構成

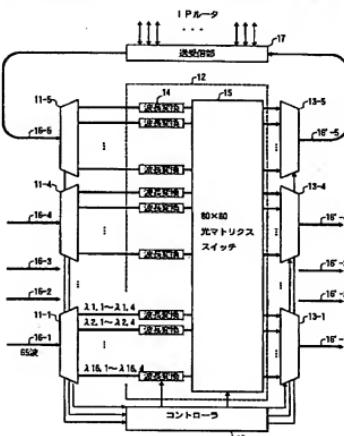


[図6]



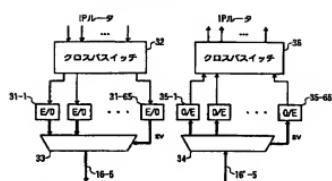
[图8]

図5のA地点に用いられる光バスクロスコネクト装置10の概要図



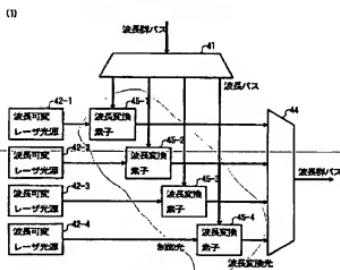
【図9】

送受信部17の構成例



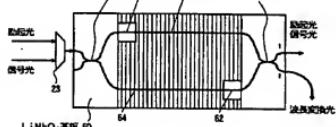
【図12】

波長変換器14の第2の構成例



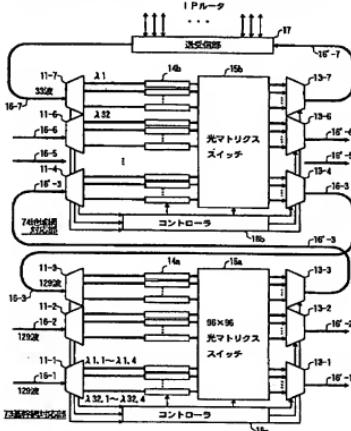
【図14】

光分散媒質53, 56と2次の光拡散形媒質54, 55の構成例



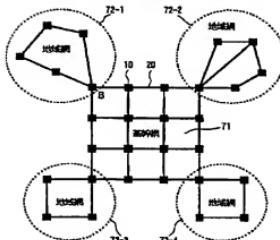
【図16】

図15のB地点に用いられる光バスクロスコプト装置10の構成例



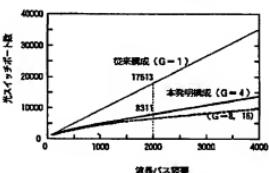
【図15】

本発明の光通信網の第2の実施形態



【図17】

光バスクロスコネクト装置のポート数と波長バス整数の関係



フロントページの続き

(72)発明者 高田 篤
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K002 BA05 BA06 CA02 DA02 DA13
5K069 AA13 BA09 CB10 DB33 EA24
EA25 EA26 FA26